

《研究ノート》

J. H. クラパム『近代イギリス経済史 第3巻 第4編 機械と国家間抗争
1887-1914年 付：エピローグ、1914-1929年』要綱、第3章一ノ瀬 篤
(岡山大学名誉教授)

第3章 産業変遷の経過

(1916-17年の産業総点検：冶金：技術工学：電気産業：石炭：造船：繊維)

ブリテンが20世紀の初期、産業面で近隣諸国より活気に欠けているというのが一般的な意見であった。1916-17年に、来るべき平和時に備えて国民的点検が行われたが、そこでもブリテンの技術・設備・組織の劣位が強調された。問題提示が容易だった基礎的冶金産業において、指摘が最も多かった。しかし全体としては、点検の結果はまずまず満足すべきものだった。

ブリテンの産業が全ての分野で世界をリードしていないという批判があるが、そもそも全分野でリードしていたことなどはない。また、批判者が質より量の面の劣位を強調する傾向も問題だ。ブリテンのように、近年蒸気タービンの実用化に成功したり、繊維業（古いがゆえに優位性を失いがち）においてすら完全なプラントを生産したり、またフル装備の戦艦を生産できたりする国が、恒久的に指導的な資質を欠いているということはない。

1916-17年に冶金業を点検した人々は、「ブリテンの鉄鋼工場は米独の競争者に比べて、効率面で非常に後れている」と述べた。この意見は、重大な真実を核に含んでいた。彼らはまた、ブリテンはベーシック（塩基性）鋼を発明しながら次にはそれを軽視した、と指摘した。これも基本的には正しい。ブリテンは継ぎ目のない鋼管を製造した最初の国だったが、この部門ではすぐにドイツに追い抜かれ、1913年にはブリテンの鉄道会社やボイラー製造会社すら、ドイツ製の鋼管を買っていた。鋼梁の圧延では、成績は更に悪かった。ベルギーとドイツがこの部門での開拓者で、1913年にはブリテンが世界中に対して販売したよりも50%以上多い梁を、ドイツが英帝国内で売っていたとしても驚くには当たらない。

技術産業（engineering industries: このパラグラフの叙述から見て、ここでは非常に広義の概念）に関する説明では、批判的のトーンが和らいでいる。終局的には、輸出が大きく輸入を上回った。そして、かくも多様で特殊化が伴う産業グループでは、外国からの大量購入それ自体が我が国の衰退を意味するものではない。USは初期の刈取機、連発拳銃、ミシン以来、ブリテンに対し半世紀以上に亘って、特殊製品を送り続けてきたが、1913年までにはタイプライターが農機と同じくらい重要性を増していた。またUSの技術者用工作機械（machine tools）はその両者とはほぼ同等、自動車がそれら3者合計と同じくらいに重要だった。この時期は、イングランドが初めて技術関連勘定でフランスに対して大幅輸入超過（相対的高級車とその関連品）になった時期でもあった。実際、自動車貿易の状況こそは、ブリテン経済の根幹部分が年老いて硬直的になったという批判の基礎だった。その批判に対しては、自動車勘定での赤字はオートバイ・自転車勘定の黒字で殆ど相殺されているし、それはフランスからの技術関連全輸入額を支払って余りがある、という反論があった。

工作機械も実質上、自転車・自動車と同じカテゴリーに入っていた。特産品が海外（殆ど米独）から買われ、それより多額のブリテン特産品が、世界中の機械使用国へ、非常に均等的に販売された。

電気産業 (electrical industries) の状況は、もう少し不満足なものだった。但し、最古の分野とも言うべき電線は例外で、製品の質でも財務上でも常に指導的地位を保持していた。電線を含む産業全体の産出額は、1912-13年にはドイツ生産額のせいぜい3分の1程度で、輸出額もやっとドイツの半分程度だった。それでも1913年には、電気産業の輸出額 (半分は電線) は、ブリテンの独壇場と言える繊維機械輸出額に匹敵しており、先立つ10年間には旧来諸産業よりも遙かに急速に成長していた。他方、電気製品輸入額総計は輸出額のせいぜい3分の1ほどだった。

石炭産業は、強力で楽天的だった (但し、鉱夫1人当たりの産出額は低下)。戦争が重要な新規の発展を中断させていたが、業界は意気軒昂だった。ブリテンの石炭業界は、炭質と世界における地理的有利さに恵まれていた。例えばペンシルヴァニアの石炭は地表から近いところで掘り出せるという利点はあったが、海には遠すぎた。ウェストファリアの石炭については、将来、欧州におけるドイツとの競争を考慮せねばならなかった。しかし、ブリテン市場での競争については、1914年以前は、誰もそういう心配はしていなかった。実際1913年には、まだドイツとオランダ両国に対して、合計1,100万トンもの石炭を輸出していたのだ。

造船業については、劣位性の指摘はなかった。ただ先立つ1世代間に、ドイツ造船の成長がブリテンのそれよりもずっと早く、造船用の鋼材供給と販売においてはドイツが多少の優位性を確立しているという指摘はあった。これは、またまた我が国冶金業にとってまずい材料だった。輸入されていた物は第一には、船首・船尾用の鋳鋼等 (重要度は低い)、第二に同じ目的の鋼・鉄の鍛造物、最後に最も重要な物として、クランク、プロペラ、その他シャフト用の鍛造品があった。これらの輸入鍛造品価額は、1912、1913年には各年約60万ポンドだった。

繊維産業では近年、とくに効率の改善はなかった。とは言え、本稿対象時期の最後、1916-17年には非常に活況にあり、業界の代表者達は、近い将来の平和達成を見通して過大なほど確信的だった。「機械・設備は高度に効率的で、ブリテン綿貿易の強さは世界の競争市場で損なわれていない」、しかし他方では「数年のうちに日本がランカシャーの主要な競争相手になる運命にある」と、深刻なトーンで語っていてもいる (*Report . . . (on) the Textile Trades after the War*, 1918, pp.51, 53, 61, Cd. 9070)。

綿製品の輸入は、輸出に比べると無視可能な程度だった。但し、レース、飾り物、手袋などは例外である。もっとも、これらも殆ど英国製の細糸で出来ていた。羊毛製品は、状況が異なる。毛糸や羊毛繊維の輸入は1910-13年にはその輸出の4分の1以上になっていた。しかし、先立つ1886-1906年間はその比率がもっと高かったので、誰も近年、競争力が低下した廉で我が国羊毛業界を責めはしなかった。主な輸入品は従来同様、フランスからの軽い「服地類」 ('dress goods') と、服地や軽い靴下・下着の製造に適したフランス・ベルギーからの毛糸だった。英国の産業は80年代以降ファッションの変化に適応していたので、この貿易は強くなっていた。その他羊毛品 (とくに男性衣服用布地) の貿易では、外国の関税が輸出を制限したが、保護のない本国市場は、殆どブリテンの独占領域だった。

絹は今や、非常に小規模な産業になっていた。その最新分野 (人絹製造) は効率的だったが、まだ若すぎた。絹紡糸は効率性が高く、その製品は世界最良と言われ、関税の壁を越えて大量にUSに船送された。残りの絹産業は、かつて保護され、その後自由貿易に戻されたが、近代化が遅れて競争力が弱く、常に困難な状況にあった。本来の絹産業は国内需要の4分の1をも充たし得ず、国民的重要性はなかった。

亜麻布とジュートは、競争力はあったものの、別のいくつかの理由から今は停滞的だった。亜麻布は殆どイングランドの産業ではなくなっていた。スコットランドでも衰退気味で、ジュートに吸収されつつあった。ジュートについて言えば、ダンディー地方は1914年になっても、30年前と全く同じ量の原料しか使用していなかった (大陸では4倍増)。全生産を賄っているインドではほぼ6倍分を使用していた。ダンディー

は賢明にも、その元々のビジネスである一般的袋詰め用から、特産品製造にますますシフトさせていた。今や産出高の3分の1が良質の床布やマットになっていたが、産業の拡大は期待薄だった。

レースと靴下・下着産業（内容は、とくに男子用の靴下・カラー・メリヤス類全般）では、本来の繊維産業と異なり、大量に外国の機械を用いていた。靴下・下着産業では初期の発明の大部分は英国のものだったが、機械はUSで完成され、より自動化されていた。この分野ではドイツの進歩もあって、結局、使用機械の半分ほどが輸入される結果となっていた。全ての編物商品をとると、輸入が輸出を少し超過していた。

（古くからある産業上の弱点）

戦時の1916-17年にブリテン産業について指摘された欠陥のうち幾つかは、実は長年に亘って存在していて、もし活発な企業精神と教育とがあれば除去できたはずのものだった。化学産業におけるドイツの対英優越性は、ドイツ産業がまだ若い頃からの周知事項だった。その後、ドイツは合成染料の分野で一大産業を築き上げ、20世紀初期には世界の必要量の大部分を供給していた。ブリテンで消費される合成染料の10分の9がドイツ製だった。

ガラスでの弱点は、化学のそれより歴史が古い。19世紀中葉に外国との競争に曝されて以来、ガラス産業はほぼあらゆる点で、大陸に後れをとっていた。この後れは、埋められたことがなかった。例えば、エドワード7世時代のブリテンで、パラフィン・ランプ用の最良のほやはボヘミア製だった。実験用ガラスや光学ガラスの最良品は、ドイツ製だった。また、ブリテンや大陸のガラス製造者達は、アメリカで発明された機械（通常のガラス瓶を極度に早く安価に製造できる機械）の使用条件を巡って、交渉に没頭していた。総合的な結果は、あらゆる種類のガラスについて、輸入額（1907年：300万ポンド、1913年：340万ポンド）はブリテン産出額（1907年：500万ポンド、1913年：1907年以上と推測）のほぼ5分の3、ブリテンの輸出額（1907年：160万ポンド、1913年：180万ポンド）は輸入額の半分強だった。

（電力開発の遅れ）

電流の使用や電気産業の成長における80年代以来の後れが、将来を考える人々を心配させていた。ブリテンは決して発見者・発明者を欠いていたわけではないし、実用化に努力する人々も居た。炭坑が電気照明を付けたり（スコットランド）、電気でポンプを動かしたりした（イングランド）のは、多分世界で最も早かった。ケンブリッジのカレッジのように保守的な場所ですら、1882年に、またBOEも1886年に、電灯を導入している。進展の遅れの原因は、そういう点ではなく、健全な生産・配電の欠落にあった。1886-88年には、ブリテンではまだ電力会社は稀だったが、USでは2万人以上の住民の居る街では中央配電所のない所は殆どなかった。電気推進主義者や起業家などは当時、後れの主因は法の状態と地方自治体の無関心・敵意だ、と主張していた。個々の会社設立のための法案は高コスト含みだった。法案は、地下に幹線を敷設する際などに、費用のかかる条件を挿入させられる傾向があった。強力なガス会社からの敵意もあった。マンチェスターのように市がガス事業を所有しているところでは、電灯施設の急速な創造は期待薄だった。当時、電気と言えば電灯が念頭に置かれており、最初の二つの法律（1882年と1888年）も「電灯法」と名付けられていた。第一の法が通過した時、W. シーメンスは電気の勝利は確実と予言したが、それも「贅沢な光」としてであった。

上記二つの法は、電力企業の早期市有化を念頭に置いていた。1882年法では、21年後には電力会社を地方自治体に売却するよう、後者が強制することが可能だった。1888年法では、21年の期間が倍增されて42年となった。これは、21年でも電力事業の起業家・投資家達には障害材料だ、と議会が見なしたことを明示している。これによって、1889年までには障害材料が克服された。他方で、二つの法は地方自治体に対して、公共の利益の観点から、どのような電気事業計画にも反対できる機会、および送電（街路の掘削や電線敷設が必要）に関する全面的統御権、をも与えていた。アメリカが他国に大きく先んじた理由の一つ

は、このような統御がもっと緩やかだったからだ。

都市のブリテン人は、石炭で蒸気やガスを得るすぐれたシステムや行き届いたガス配送システムを供給されており、自然に電気に方向転換する形勢にはなかった。しかし石炭が不足し水が豊富な国々の場合、そうではなかっただろう。1901年になっても、エディスワン・ランプ（Ediswan lamp : the Edison & Swan United Electric Light Company の通称）のJ. W. スワン（J. W. Swan）が化学産業協会において、水力不足の国が重工業的な生産過程（例：アルミの分離）をこなせるほど電力を安価に生産できるのか、疑問を提示していた。彼は、これまでのところ水力こそがこういう過程を支配してきた、と述べている。彼の知っている欧州の50施設では、蒸気で発電しているのは11%ほどにすぎなかった。

（蒸気力と蒸気タービン）

その間に、C. パースンズ卿（Sir Charles Parsons）が、石炭と電気とを結ぶことになる環（蒸気タービン）を発明していた。80年代初期、彼が初めてそれと取り組んでいる時、英国の技師達の間には蒸気の時代は終わったのではないかという疑念が生まれていた。誰もが、最良の蒸気エンジンの場合ですら、どれほど石炭エネルギーが無駄遣いされているかに気づいていた。内燃方式はアプリアリに魅力的で、小規模ながら種々のタイプのガス・エンジンで成功していた。指導的技師達は、蒸気の時代の終焉を予言していた。F. ブラムウェル卿（Sir Frederick Bramwell）は1881年にブリティッシュ・アソシエーション（British Association [BA] : British Association for the Advancement of Science, 1831年創設。現称は British Science Association）に対して、50年以内に蒸気エンジンは全くの時代後れになっている可能性が高い、と語っていた。F. ジェンキン（Fleeming Jenkin）は、「ガス・エンジンが蒸気エンジンに取って代わる」という結論に抗することは出来ない、と思っていた。当時の考えでは勝利するのは内燃方式であって、伝導電力ではなかった。伝導技術は、まだほんの初歩的段階にあったからである。しかし、220馬力以上あるガス・エンジンが製造（1898年）される前に、パースンズがタービンを完成し、それを付けてタービニア号（Turbinia）を進水させていたし、ダイムラーとディーゼルは、初期内燃機関（全て重くて動きが緩慢）のガスやパラフィンに代えて、高速回転エンジンのためにそれぞれ軽油と重油を用いる内燃方式を実用化していた。

船にタービンを装着した時、パースンズは蒸気機関に新たな形で、それだけで完備した命を与えた。しかし、彼が最初に実現していたのは、発電用蒸気タービンだった。彼は自分の高速タービンとそれに取り付けられた高速発電機の特許を、1884年4月の同一日に取った。4年後、彼は機械技術者協会に対して、彼の最初のタービン式発電機は「その後ほぼ安定して用いられている」と語った。彼の初期の装着の殆どは船上の発電用だった。第二の装着は或る不定期貨物船（Earl Percy）に行われた。第四もしくは第五の装着は名声ある定期船 *City of Berlin* に行われた（第三については、言及がない）。1888年には装着のあらゆる部分が、まだ実験段階だった。とは言え、機械技術者協会のメンバー達は当然のことながら、1分に最大1万8000回転を達成したこの機械に興奮していた。20年前なら、あらゆるエンジンが最大回転数300回だったのである。

80年代のタービンは比較的、力のロスが多かった。1891年にパースンズは復水タービン（condensing turbine）を発明した。これによると「最良・最大型の場合、他のどんな方法よりも多くの仕事量を石炭から獲得できる」(Sir J. A. Ewing, "Power", BA, *Presidential Address*, 1931, p.13)。彼は1894年には、排気蒸気タービン（exhaust steam turbine）の特許も得ている（実用化は1902年）。船舶用タービンの運命は、もっと幸運だった。1897年、女王の2度目の記念式典で、彼のタービニア号が海軍観艦式に集まった巨艦の間を縫って猛烈なスピードで走り回った。海軍本部はすぐに駆逐艦で新エンジンの実験を始め、1904年以降は旧来の往復式エンジンを英国海軍が注文することはなくなった。

他方でタービンは、その最初に意図された分野（大規模発電）で、最も重要な仕事をしていた。但し、

ブリテンの大規模発電分野における緩慢な進展と平行して、この分野は何年もの間、多難だった。燃料節約、高速性、広い分野における可変的負荷の下での効率性、コンパクトさなど、大規模な中央発電プラントの開発に携わる技術者にとって、タービンに託された課題が多かった。他方90年代には、坑道、工場、家庭における私的プラントが大いに普及しており、その後何年も生き延びた。この場合には概ね往復式エンジンが用いられた。しかし1907年になっても、技術産業で私的に所有されている発電機のうち、タービンで稼働しているのは、電力ベースで6%未満にすぎなかった。

(照明および電力としての電気)

誰もがパワーとしての電気利用は不当に後れていると考えていたが、90年代後期には工場監督官達は電気使用の進展がまずまずだと見ていた。主席監督官は1896年に、パワー面では電気は「まだ揺籃期にある」と報告している。先駆者であるマンチェスター市は最初の発電所を1894年に開設し、96年には72の電力消費者を抱えていたが、いずれも小規模だった。4年後には、南部地方監督官(a South Country Inspector)が、「電灯と電力の両面で電気の使用が拡大し、工場を巡回する私を驚かせている」と述べている。彼の経験は主として軽産業においてだったが、北西・北東部の重工業的な産業では、世紀の変わり目迄に相当な発展があった。マンチェスター地方の新しい技術的作業では、全て電気起動方式を採用していた。北東海岸部では、その採用は世紀最後の数年の「最も目立つ様相」だった(*Factory Report*, 1901, p.87)。タインサイドのほぼ全ての大規模技術企業が自らの発電プラントを持っていて、蒸気で動かすシャフトに急速に取って代わりつつあった。造船場は12年以上前から電気を導入し、一般的に使用していた。

しかし当時もその後も、電力プラントの大規模建設は、需要の伸びの緩慢さと外国競争者の存在によって妨げられていた。世紀末には野心的な企業もスタートしていたが、発意はしばしばアメリカからだった。1898年設立のブリティッシュ・ウェスティングハウス社が適例である。しかし1906年に、同社は金融・製造両面でみじめな状況に陥っていた。原因の一つは、市場におけるドイツのダンピング的販売にあったようだ。この問題や類似の他のケースを勘案しても、20世紀初期のブリテン電力プラント産業は効率上、明らかにせいぜい世界第三位だった。

ブリテン市場の拡大が遅れた原因の一つは、都市電鉄の支配を巡る民間会社と市営企業との衝突だった。そして電鉄需要こそが、この頃、潜在的に最大の電力需要だった。私企業の具体例はブリティッシュ電鉄会社(the British Electric Traction Company: BETC)、公営企業のそれは、巨大なリーズ市電(Leeds City Tramway)やマンチェスター市電(Manchester City Tramway)である。電鉄事業は誰が引き受けるべきか、市が引き受けるなら近隣諸都市との関係をどう調整するか、民間が引き受けるなら地方自治体はどこまで民間の自由度を認めるか、などの諸問題があったので、議論や決定は非常に遅れた。

最初で最後の活発な電鉄建設が1906-07年に終わった時、ほぼ1,000マイルが国の電鉄制度に追加されていた。ちなみに1887年には799マイルの古い線路があったが、1900年になっても1,040マイルしかなかったのである。1907年に全長は2,232マイル、その7年後には2,530マイルとなった。増加は、殆ど既存市電の拡張分だった。市が勝利したわけだが、法と地方税が味方したのだ。市が全長の60%を保有していた。BETCは結局、1910年代の後期に経営が行き詰まって再建を余儀なくされる。

1907年に初めて生産センサスがとられた時、電気工学(electrical engineering)はまだ、我が国の工学ビジネスの中でごく従属的な位置にあった。価値において、それはせいぜい我が国工学関連産業産出総額の14%を占めていたにすぎない。とは言え、当時の電気産業(electrical industry)の産出額は、古くからのウールおよびウーステッド産業全産出額の5分の1近くになっていた。その一部は、これも非常に古い電線製造(海底電信ケーブルの製造から成長)だった。

(内燃エンジン：バス、自動車、オートバイ)

電車がフル稼働する前に、電気牽引力は街路・道路上で、内燃機関からの挑戦を受けていた。1905-06年に、或る特別委員会が辻馬車（cabs）と乗合馬車（omnibuses）に関する多様な問題を調査していた。同委員会はまた、機械で推進される乗り物の構造上の要件に注意を払うように指示されていた。というのも、すでにモーター・ハックニー・キャリッジ（motor hackney carriages：ハックニー・キャリッジは元々、ハックニー馬の牽引する辻馬車を言うが、これに代わる電動自動車が出現したので、これをも指すようになった）が存在していたからである。もっとも、委員会報告がまとまった1906年7月31日には、ロンドンの街路には52台しかなかった。これは管理可能だったが、委員会を悩ませたのは突然の「公衆モーター・キャリッジの出現と急速な増加」だった：モーター・バスの登場である。1904年12月末にはまだ31台のモーター・バスしかなかったが、06年7月までには521台に増えていて、その数は週ごとに増加していると報告された。

旧式の辻馬車や乗合馬車を保護するために、1865年の法が次のような条件を、全ての馬無し乗り物に課していた：乗務員2人を乗せること、1時間4マイル以上は走らないこと、赤い旗を持った第三の男を前方に配すること、など。1878年法は赤い旗を免除したが、第三の男はそのままだった。1896年にこの法は廃止され、新法が代置された。新法の下では「軽機関車」（“light locomotives”）は1時間14マイル以内で道路を走っても良いとされた。地方自治省の或る規定によって、運用上の制限速度は12マイルとなった。その後、実験とブライトンまでの走行競争が数年続いたが、その際12マイルの上限は必ずしも守られなかった。上限を突破した車の多くは大陸からの輸入車だった。石油自動車、蒸気自動車、電気自動車の全てが試みられた。しかし、次第に石油自動車が浸透していった。

1904年末には実験時代が終わり、自動車法も手直しされ、免許認可のあり方も整備されていたが、この時ブリテンには2万3340台の免許自動車があった。この時には「モーター・ハックニー・キャリッジ」はまだ存在せず、既述のようにロンドンには僅かに31台のバスが走っていた。道路を走っている自動車の優に4分の1が輸入車だったはずだ。完成車の他にシャッシーも輸入されていた。輸入部品の中にはダイムラーのシャッシーもあり、この頃はベルリンで生産されていた。もっとも、すでに英国ダイムラー社も存在していて、これが1896年以来の我が国における、馬無しキャリッジ（自動車）のための最初の会社となった。いくつかの英国の自転車会社と羊毛刈込機の会社が、自動車製造に転換していた。すでに2、3の英国の会社が国際的名声を得つつあった。ロールス・ロイスの創立も1906年である。

イングランドは自動車を発明した国ではないが、バスの使い方を世界に教えたと言えるだろう。初期の実験的バス（1903-04年）は、ほぼ全て外国製だった。3年後にはダイムラーなどの外国起源のバスがあったが、レイランド他の英国名もあった。1907年までには、900台以上のロンドン・バスのうち、3分の1以上が英国製のエンジンとシャッシーを付けていた。総じて初期バスの多くは出来が悪く、騒音がひどかったが、標準化は1913年まで待たねばならなかった。電車を保有している地方自治体は、競争者となるバスに認可を与えるのに消極的だった。擁護者の居ない民間電鉄会社の方は、嘆くばかりだった。こうして、私営のBETC（上掲）は、再建に追い込まれた。ロンドンのように、完全な市営電鉄も民間電鉄もない所では、新しい者が簡単に勝利した。馬からエンジンに転換しつつあった大バス会社がそれである。またモーター・バスは、意外なほどの田舎にまで現れ始めた。ブリテンの産業に、バス製造業が根付いたのだ。ダイムラー社（Daimler Company）は今や、ほぼ全ての仕事を英国の工場で行っていた。

自動車産業一般は、関税による保護が全くないまま、着実に前進していた。国内市場支配を従来より強め、多少重要性のある輸出取引も構築しつつあった。もっとも、USのそれとは比較にならなかった。車と部品の輸入額は、1904年には輸出額の8倍近かったが、1907年になると4倍以下、1913年には2倍以下になった。輸入車に対する輸入部品の割合も、着実に高まった。組み立てがますますブリテンで行われる

ようになっていた。

(ゴム)

自転車に続いて自動車が、ゴム産業を近代化した。UKは自動車の場合と異なり、空気タイヤ開発では一番乗りだった。タイヤは、ベルファーストの獣外科医J. B. ダンロップによって1888年に自転車用に発明され、ブリテンの他の研究者によって完成された。ゴムの輸入量は50年代後期に1,000-2,000トンだったが、1876-80年には年平均7,500トンに達していた。そのうち半分以上が再輸出されていた。1887年には、1万2000トンほどが輸入され、6,000トンが国内に留保されていた。1901-05年には国内留保分平均値は9,000トン近く、1913年には2万1000トンになっていた。70年代後期には、全ての輸入ゴムの平均価格はポンド当たり1s.1d. だったが、1901-05年には2s.6d., 1909-13年には3s.8 $\frac{3}{4}$ d. になっていた。コンゴや南米プトゥマヨ (Putumayo) では、野生ゴムへの需要が高まると原住民が残酷に酷使された。最終的にはゴム園栽培のゴムが価格を下げ、コンゴやアマゾンの人々を酷使から救った。

さかのぼる1870年代、まだゴムが高価格になる前に、一人の英国人がブラジルからゴムの種子を密輸入した。数年の後、その種子の種子がセイロンやマレーに実験的に送られた。その栽培ゴム (園ゴム) が市場に多少とも登場したのは、30年後のことだった。1900年には世界のゴム供給量は推計5万7500トンだったが、そのほぼ半分がブリテンの港に運ばれた。そのうち3分の2が再輸出されていた。この時のゴムは全て野生ゴムであって、アマゾン地方が合計3万1000トンほど、新規にアフリカ (主にコンゴ) が2万4000トンを生産していた。残りはジャバアとマレーからである。ところが、1900年後まもなく、人々はゴム園のゴムを野生ゴムと区別し始め、前者の方が特殊な作業や溶液化に適しているという理由で、選好するようになった。園ゴムには高い価格が付いた。1904年の最高値はポンド当たり6s.1d. となった。これに対し、最良の南米産ゴム最高値は5s.5 $\frac{1}{2}$ d. だった。

1905-09年の間に、園ゴムはじりじりと存在感を増していった。1905年にブリテンの輸入量は205トンだったが、09年には4,000トン強になっていた。1909年9月には、ブラジル産ゴムはポンド当たり8s.8 $\frac{1}{2}$ d. だったが、最良の園ゴムは9s.7d. にまで上昇していた。1910年にも価格高騰は続いた。

その後、市場の需給関係は緩み、1913年には取引が世界中で活発だったにも拘らず、価格は急低下した。園からの供給はまだ増加が遅かったが、それでも植樹ゴムは育っていた。1914年にも価格低下は続いた。7月27日、戦争の足音が聞こえる時期に、南米産最良ゴムの価格は2s.9 $\frac{3}{4}$ d. だった。1919年にも、価格は14年と同水準だった。ゴムは、戦時に価格上昇のない数少ない商品のひとつとなった。

ゴム産業は、その決定的重要性にも拘らず、置かれた諸条件から、大規模にはなり得なかった。19世紀には二次的な使用方法も開発されていたのに、僅かに2, 3千人の労働者が従事していただけである。1901-11年の間に、この数値は大いに増え、最後の年には2万から3万人になっていた。

(基礎的鉄鋼産業)

1916-17年に声高であった基礎的鉄鋼産業への批判は、およそ目新しいものではないが、この産業の発展が遅かったことは、反論の困難な事実である。

アメリカの関税や、欧州大陸に対するベーシック法の測りがたい貢献によって、鉄鋼産業の急速な拡大の時代が終わったことは、ブリテン産業の過ちではない。1880-85年間のブリテンにおける銑鉄平均生産額は780万トンだった。1896年 (繁忙期) には860万トン、1908-13年間 (同じく繁忙期) の平均値は960万トンだった。成長はあったが米独に比べると、きわめて緩徐だった。1885-1913年間には、先立つ50年間に匹敵するような産地上の変化もなかった。ただ、北東部は全銑鉄製品のシェアを33%から37%へ (スコットランドもシェアを僅かに) 増加させ、ランカシャーとカンバーランドはシェアをやや減少させた。南ウェールズとモンマスは、1885年にも1913年にも第4番目だった。この4地域が1885年の鉄の77%、

1913年の鉄の70%を占めていた。

クリーヴランドはかつて新興地帯だったが、今や支配地域となっていた。1892年頃には最後の旧式設備の解体を終え、平均的な溶解仕法を70-80年代の最良レベルに引き上げて、この地域の産業は生産の高原状態に向かって緩やかに上昇しつつあった。次の20年間に溶鉱炉の能力は、炉床を拡大することで高まった。そのため、主要溶鉱炉の外観上の大きさは殆ど変わらなかったが、稼働1溶鉱炉あたりの生産量は、次のように漸次的に上昇していった：1885-90年2万7200トン、1895-1900年3万3800トン、1905-10年4万3300トン。改善された点は、炉床に吹き込む燃料ガスの事前加熱およびガスが注入されるときに圧力であった。使用済みの熱と溶鉱炉ガスは、種々の新たな用途に利用された：ボイラーがガスで加熱される、排出蒸気が低圧タービンに流されて電気を起こす、等々である。しかし発展は緩徐だった。

発展が遅すぎるという批判の大部分には根拠があった。1900年頃普通に行われた批判を例に取ってみよう。鉄鋼産業の第二段階において、鋼のベーシック製法を發明した我が国は、一方で豊富な燐（非ベッセマー）鉱石に恵まれ、他方で非燐鉱床が非常に限定されていたにも拘らず、これまでのところベーシック製法を無視してきた、という批判である。1900年後におけるベーシック鋼産出高の増加は、批判の妥当性を示唆している。数値（1,000トン）は以下の通り：

年	鋼産出高総計	転炉製		平炉製	
		酸性鋼	ベーシック鋼	酸性鋼	ベーシック鋼
1901	4,904	1,116	491	2,947	351
1913	7,664	1,049	552	3,811	2,252
1925	7,385	447	28	1,969	4,744

上記の批判に対しては、クリーヴランドの非ベッセマー鉱は有限だった、我が国は非燐鉱石を輸入しやすい地位にあった、酸性鋼への需要があったので従来から熟知している製法に集中した、などの反論がなされたが、1913年、1925年に広範に採用された製法が1901年以前には有利に用い得なかったというのは、変な話である。

輸入鉱石への依存度は1880年代前半以降、非常に高まった。80年代前半はまだ、重量にして国内産の6分の1強、価格にしてほぼ半分（外国産は鉄含有量が豊富）程度だったが、1908-13年には輸入鉱石は価格にして国内産より45%多く、重量ベースですら半分近かった。我が国が、より質が高い非燐鉱石に不足していたことは、地質学上の不運であり、政治的リスクでもあった。

70年代にガスを無駄に燃やしていた旧式の溶鉱炉は、世紀末までには後発地域でも姿を消していた。しかし、コークス製造窯における強力な節約の採用も遅々としていた。L. ベル（Lowthian Bell）は1884年に「過去50年間、コークス製造には全く進歩がない」とこぼしていた。彼の企業は、窯熱の活用と製造過程で生じる副産物の留保に取り組んでいる数少ない企業の一つだった。当時一般的に使われていた、いわゆるビーハイヴ（蜂の巣）窯は、いずれにも役立たなかった。外国で發明された既存の種々の窯は、不完全ながらいずれにも役立っていた。80年代、外国では發明が着実に進展しているのに、我が国ではその採用が遅々としていた。1913年に2万1000あったブリテンのコークス窯の中に、未だに1万3200ものビーハイヴ窯があり、残りの、副産物利用可能な窯のほぼ全てが外国製だった。冶金と科学との重要な中間領域における我が国の發明と適応性の欠如は、この点で咎められても致し方なかった。

電気による冶金の登場が遅かったことも、鋼生産者達に名誉なことではない。ブリテンの石炭が豊富で良質だったという事情が仇になった。早くも1879年に、W. シーメンスは実験用の電気炉を設計し、その中で2、3ポンドの鋼の溶解を行っていた。この時の方法は、電弧から直接熱を放射し、その熱を炉

壁から反射させるものだった。アメリカ人達はすぐに電気溶接の実験を始めていた。E. トムスン (Elihu Thomson) が指導者で、トムスン・ヒューストン (Thomson-Houston) 溶接発電機は1891年頃以降、イングランドでも時折用いられていた。1907年までには全鉄鋼製造領域において、ほぼ全ての補助的な作業や縁辺の機械が電気で動いていたにも拘らず、実験・進展は全て外国の話だった。

19世紀の最後の数年を通じて、ベーシック法が相対的に無視されたことを別とすれば、鉄鋼産業は80年代に予期されていた路線に沿って発展していた(もっとも、突然的に重要性が分かった特殊鋼は別である)。鍊鉄は鋼の登場以前から減少を続け、1882年には280万トンだった生産高は、20世紀の最初の10年間には平均して1年100万トンの水準にまで低下していた。鋼の生産高は、あらゆる種類を合わせて、不況期の減産を含みつつも、きわめて着実に増加していった(1880-85年の年平均値192万トンから1913年の766.4万トンという最大値へ)。(ここに簡単な折れ線グラフがあるが、内容は直前上記に尽きる)。

鍊鉄は、もはや鉄船のために需要されることもなく、鍛冶屋や鎖・錨製造者等による元来の用途に逆戻りしていた。

鋼に関しては、ブリテンの製造者達は長年、酸性鋼(ベッセマー鋼)に集中してきた。但し、時の経過につれてベッセマー転炉による生産はますます少なくなり、改良型シーメンス平炉による生産がますます増えた。1889年には生産された鋼のほぼ半分がベッセマー転炉からのものだったが、1898年(ベッセマー死去の年)には、それはせいぜい4分の1、1913年には7分の1以下となっていた。もっとも、その年の鋼生産高のほぼ3分の2がまだ酸性鋼であった(ベッセマー転炉以外でも酸性鋼は生産)。

鉍石から完全に直接に鋼を作るというベッセマーやシーメンスの夢は、実現されていなかった。鋼をそのように作ることは出来たが、いつも流体ではなくスポンジ状になり、鑄造には不適であった。ベッセマーの準直接方式(高炉から溶けた金属が転炉に送られる)にさえ、深刻な限界があった。出来た鋼が鋼の備えるべき最も重要な性質、即ち均一性を欠いていたのである。これはミキサー(数個の炉からの流体を混ぜる)の使用によって克服することができる。この方式はUSのカーネギー工場で、初めて成功裏に用いられ、1889年にはバロー(Barrow)で、また1892年にはノース・イースタン製鋼社によって、採用された。1908年までには、この方式は高炉を所有する大工場では普遍的になっていた。鋼を完成材用の鑄型に直接流し込むのは賢明ではなかった。それは鋼棒、鑄塊、厚板などにされ、それから熱を加えて、均質性が保証されるまでハンマーで打たれたり、ローラーに挟まれたり、圧力を加えたりして、加工された。最良の、最高に均質的な鋼は、つねに混ぜ合わされて坩堝で溶解され、それから鍛錬された。

均質的な鋼を得るためにホイットワースが考案した第一の方式(鋼が流動状態にある間に圧力をかける)は、1887年に彼が死去した後、時代の後景に退いた。彼の第二の代替策は、熱した鑄塊に水压を加える方法だった。ベッセマーは早くも50年代に、この方法の特許を取っていた。漸次的な絶えざる加圧がベターだった。これによって、各々の鑄塊からより多くの利用可能な鋼を得ることが出来る。しかし液圧方式は困難なやり方だったので、傾向としては代替方式、つまり鍛造プレスを用いるようになった。

(「特殊」鋼：高速鋼と工作機械)

この間に人々の関心は、合金および特殊鋼に関する化学的問題に重点を移しつつあった。鋼が純粋の鉄と数%の炭素だけの結合物であったことなど、殆どなかった。歴史上の有名な鋼の多くは不純物を含んでおり、その不純さの故に名声を得た可能性がある。隕石の鉄は、その卓越した性質と防錆性の故に常に称讃されていた。それは通常、ニッケルを含んでいた。19世紀の初期に、ファラデーはニッケル鋼とクロム鋼の実験を行っていた。彼の関心は主としてこの防錆性にあった。少量のマンガンが鋼の質を良くすることは経験上、古くからドイツ人には知られていた。イングランドでは1840年にヒース(Heath)によって特許も取られ、特許権が失効してからはベッセマーもシーメンスもマンガン鋼を使用していた。マンガン

はどんな温度においても、鋼を通常よりも鍛造しやすくし、他の有用な特性を付与した。

R. F. マッシュット (R. F. Mushet) が、並外れて良質の鋼に行き当たったのは、マンガン鋼の実験をしていた60年代後期のことだった。その質の良さは、炭素の他にマンガン、ケイ素、少量のタングステンを含んでいることに由来していた。彼は1870年に特許を取ったが、彼の「特殊」鋼もしくは「自動硬化」鋼が工作機械用素材として市場に出回るまでには、長い年月が必要だった。他方、80年代初期からほぼ30年ほどの間、シェフィールドのハッドフィールドとアーノルド (Hadfield and Arnold) が、数多くの、組み合わせ可能な混合鋼と鋼合金にかんする組織的な研究を行っていた。アルミニウムの少量添加が、鑄造の際に非常に役立つことは、すでに知られていた。これによって酸素を除去し、通気孔の少ない鑄塊を生産できた。少量のクロムはまた、鋼の張力面での強度を増した。ニッケルも錆を防止し、弾力性の限度を拡大した。タングステンの実験もいっそう進められ、工作用鋼においては特に重要、というマッシュットの見解を確認した。彼の特殊鋼が改良され、実用化に伴う困難が克服されて行くにつれて、90年代には柔らかな鋼なら潤滑油なしに故障もなく、1分間に150フィート切断できる工作機が作り出された。

1900年のパリ展示会に出品された高速旋盤は、人々に工作機械用の鋼・機械の革命開始を思わせるほど強い印象を与えたようだ。この旋盤はピッツバーグのベツレヘム鉄鋼会社のもので、F. W. テイラー (F. W. Taylor) とM. ホワイトによる実験の産物だった。旋盤はクロム・タングステン鋼で作られ、製造過程では普通の鋼なら完全に溶けてしまうような高温処理を受けていた。USの指導的な諸企業は、これらの信じがたいほど耐性のある鋼のメリットを覬取し、これを使った強力な工作機 (旋盤、鉋、ドリル、フライス [milling-cutter]) を企画するに敏であった。当初は、高速鋼 (high-speed steels) はもっぱら粗い切断のみ用いられたのだが、改良の結果、次第に全ての種類の工作機が、それを使うべく高速化された。もっとも英米両国ともに、それらの普及はごく緩やかだった。

アメリカは、ますます運転速度が増し、かつ誰にでも操作可能な機械を工場や造船所に導入する場合でも、先駆者になった。高速鋼における先導的地位に加え、アメリカは19世紀に、携帯可能な空気圧搾式の工作機 (ハンマー、鋌打ち機、ドリル、道路ブレーカー) においても、ブリテンを十分リードしていた。アメリカはこれら工作機械の使用を早くに一般化したのに対して、ブリテンは90年代にそれに緩徐に追隨したにすぎなかった。1899年にはまだ、機械による鋌打ちは、空気圧搾式であれ電気式であれ、ブリテンの造船所では定着していなかった。しかし、その2、3年後の1902-03年になると、クライドサイドでは空気圧搾式鑿について、自動化に対するおなじみの不満 (徒弟が遍歴職人に取って代わろうとしている、という類いの) が聞かれた。

(守旧性と海外の優越性)

アメリカはフライスの使用でも、リードしていた。古い工作機械の多く (鉋、形削り盤、スロッター [立て削り盤]) は、往復運動型だった。フライスは回転型である。それは回転鋸やドリル、もしくは削り刃の付いた回転輪や芝刈り機の作動部分に似ていた。相当な汎用性があり、運動の継続性に富んでいた。但し、その歯や刃にトラブルが多かった。初期のものは、たとえ最良の鍛錬鋼でも、絶えず鑿で研ぐ必要があった。このトラブルの一部は、1890年代以前に金剛砂 (emery) を用いた砥石車 (emery-wheel grinders) の使用によって克服されていた。種々の形態のフライス自体も、大いに改良された。1890年頃は、我が国での使用はかなりアメリカや欧州大陸に後れていたが、その後はイングランドでも真価を発揮し始めた。その際、シェフィールドの改良高速鋼が助けになった。

この頃、イングランドの冶金・工学関係の記録には、外国で成功裏に実用化された手法・工夫の採用が遅れたこと (但し、採用後は効率的に利用) について多くの記述があった。工場監督官達の報告も、全体としては外国がいかに優勢であるかを、深く印象づける内容となっている。

この頃の工場監督官達の報告には、初めて塩基性スラグ粉碎工場が出来たが、その価値を最初に認識したのはドイツ人だったこと（1888年）、我が国錠前生産地方の鑄造工場で、アメリカ製品と肩を並べうほどの製品が出来たこと（1896年）、タインサイドで或る鉄工場が完全に更新され、今やアメリカの最先端工場と同水準であること（1904年）、等々、数えきれないほど米独の優位を示唆する記事が見られる。ブリテンがこの金属関係の生命線分野で、1885-1905年の20年間ほど外国に多くを負っていたことはない。しかし1905-10年頃までには、我が国にとって最も深刻な電気分野での後れが払拭されつつあった。我が国の電力製造・配送組織は、少なくとも効率性の点でこの頃漸く外国と肩を並べようとしていた。

（アルミニウム）

電気分野での後れは、とりわけブリテンにおけるアルミ産業の未発展に対して責任があった。ただ、この場合には、後れは企業精神よりはブリテンの水力不足と適切なアルミ鉱石の不足とに起因していた。

遊離アルミは自然界には存在せず、その酸化物ですら一般的には扱いにくい結合物でしか存在しなかった。純粋のアルミを取り出すのに、実験室の科学者達はほぼ40年を費やした。1809年にH. デイヴィー（Humphry Davy）が最初に挑戦し、50年代にはエコール・ノルマル（パリ）のドヴィル（Dewille）が生産方法を案出し、後に彼の指導下で、L. ベルが、鉄・銅の冶金において実験使用するための少量のアルミ生産に、この方法を用いた。ベル兄弟は1年に2cwt. 近くを生産したと言われている。電気分解による大規模な生産は発電機を待たねばならなかった。そして商業ベースでの最初の電気分解法は、1886-87年に英米両国で実施されたが、合金を生み出したただけだった。次いで1886-87年に、アメリカではホール（Hall）、フランスとイギリスではエルー（Heroult）の名で共同特許が取られた。これは電解式の方法で、その後普遍化していった。イングランドではアルミの価格がポンド当たり10s. ないし20s. 辺りから4s. へと下落した。1895年にはブリティッシュ・アルミニウム社（British Aluminium Company: BAC）が誕生した。この会社の目的はボーキサイトをアントリムのラーン（Larne in Antrim: ブリテン諸島で唯一、ボーキサイトが大量に得られる土地）で掘り出し、それをネス湖畔のフォイヤー滝でエルー法によって還元し、スタッフォードシャーのミルトンで鑄塊を精練するところにあった。3つの拠点は距離的に大いに離れていたが、アルミはその輸送費をカバー出来るだけの価値があると想定されたのだ。

11年後になっても、フォイヤーはなお、BACのブリテン唯一の生産センターだった。しかし1907年後期には、リーヴァン（Leven）の臨時工場で生産が始まり、他方ではこの会社の巨大なキンロッホリーヴァン（Kinlochleven）事業が進行していた。1908年には或るノルウェーの敷地（Stangfjord）で生産が始まった。1912年までには、アルミナ（アルミの酸化物）がラーンで製造され、キンロッホリーヴァン、フォイヤー、ノルウェーに船積みされていた。とは言え、ブリテンのアルミ産業は、1913年の鉱物統計では、総計においても非常にお粗末な地位を占めていたにすぎない。

UKに輸入されるアルミ容器は未精製アルミと合わせても、総金額はとるに足らなかった。ブリテンはこの産業を維持していくだけの天然資源に恵まれなかったため、健全な世界経済もしくは帝国経済の観点からすれば、全てのアルミが輸入されてもおかしくはなかった。他方でブリテンは、卓越的に生産出来るものに集中していた。例えば船がそうであって、1913年には価額1,100万ポンドの新船と48万8000トン（価額不詳）の旧船を販売していた。

（造船）

80年代初期には、まだ鋼は造船所で錬鉄を打ち負かしてはいなかった。ボイラーでさえ1885年には、まだ少し鉄で製造されていた。骨組みや板については、ロイズ規格を満たす鋼は、まだ40%以上高価だった。しかし次の数年間に、この価格差は縮小された。すでに1887年に、造船作業に適した軟（mild [low carbon]）鋼が急速に実用化されつつあった。そしてすぐに、たとえ鉄建造に比べ少し高価であっても、

鋼建造のメリットは一般的に認められていった。1895年までには、ほぼ全ての新造船が鋼製だった。

鋼の登場と帆船の退場につれて、あらゆる種類の船が巨大化した。また、取引と旅が特化するにつれて、船のタイプも増えた。冷蔵船、タンカー、入念に設計され特殊化された定期客船（アクィタニア号 [Aquitania]、タイタニック号）などである。クライドサイドのアリグザンダー・ステファン（Alexander Stephen and Sons）造船所では、時代を代表する多様な外洋船事業を展開していたが、70年代に進水させた船の平均トン数は1,260トンだった。このうち多くが、混造もしくは全鉄製の帆船だった。80年代の平均値は2,000トンであり、未だに若干のバーク型帆船を含んでいた。同社の90年代における建造船平均トン数は3,500トンだった。

鋼への移行と平均的な船の巨大化が進む間、船もエンジンも、その造りの上では真に根本的な変化はなかった。スクリュー・プロペラは数が増え、改良されていた。ボイラーの圧力は増大し、燃料の節約が追求された。しかし、節約は旧式の燃料、即ち蒸気・石炭の節約だった。電気搭載の船は、80年代初期には人を興奮させる新機軸だったが、20年後には標準的な慣行となっていた。パーソンズによる初期のタービン発電機は全て海上で試されており、そのうち1894年の排気蒸気タービンは、とりわけ海上で有用だった。ただ、駆逐艦、海峡横断用軽蒸気船などでタービンを試し、エンジンの状況を旧来の反復運動式の物と対比する実験的な数年の年を経過が必要だった。

新世紀初頭頃、指導的な造船場では、大々的な設備更新活動が見られた。空気圧搾式もしくは電気式の穿孔・鋌打ちその他の工程が今や一般化しつつあった。1901年には、北東海岸およびタインサイドのほぼ全ての大企業が自力で発電し、電力を非常に多様な方法で利用していた。パーソンズもその中で働いていた。その直後頃、上記のA. ステファン造船所では、自力発電のための大きなプラントを建設し、次第に完全な蒸気式工場から完全な電気式工場に変わっていった。この企業は最大企業でこそなかったが（とは言え同社の1903年建造トン数は3万4000トン）、それでもこういう企業が電気式に変わったことを、工場監督官は産業史の新局面の兆候として、正しくも書き記している。

この頃までには、船舶用タービンは実験段階を超えて、あらゆるサイズの戦艦や最重要な定期船で実用化されつつあった。蒸気タービン式ヨットによる最初の大西洋横断、最初の大西洋定期船2隻の進水、ドレッドノート戦艦（Dreadnought）建設の行われた1903-06年という時期は、タービンへの移行を刻印している。1903-06年は、世界の戦艦や定期船が石油燃料使用を実際に開始した時期でもあった。長年の間、油を燃やすことはカスピ海に限られていたが、90年代には真剣な実験が外洋で始まった。1901年にはシェル社が燃油式の船からなる船団を保有していた。石油には、ごく初期から海軍に推奨されたのとは全く別の利点があった。その運動は安定的だった。炉は閉まっている時でも燃やすことが出来た。石炭の余分な部分を切り取ったり炉にくべたりする厳しい労働が節約出来た。しかし、我が国は蒸気用石炭を簡単・豊富に生産出来るし、他方で殆ど石油は生産しない（直ちにはその見込みもない）国なのである。

海軍問題は別として、石油と石炭の真の衝突は1909年以前にはまだ殆ど始まっていなかった。しかし、その後の数値の推移は事態を明瞭に物語る。1908年の燃料石油輸入量は1,500万ガロン（従来の最高記録）、1909-13年の年平均輸入量は4,800万ガロンにすぎなかった。他方、戦時の1914年における2億2800万ガロンに対して、平時である1924年でも3億8300万ガロンになっており、この間の石油消費量増大は明らかである。ちなみに1913年には、まだ世界の海洋運航船の2.65%（船舶トン数ベース）しか、石油を燃料としていなかった。

同じ時期、内燃エンジンで運航している船は、世界船舶トン数の $\frac{1}{2}$ %以下にすぎなかった。これらの大部分は漁船や工芸品的な小舟における補助的なパラフィン・エンジンであって、ブリテンの内海よりは外洋で用いられるのが普通だった。スカンディナヴィアの漁師や船乗りは、天候の悪い時には帆船で狭い

フィヨルドや海峡を離れるのが難しく、長年の間、補助モーターを便利使いしていた。他方では、ディーゼル型の重油エンジンが海上での使用に適用されつつあった。1897年になって漸く、ディーゼルは彼の最初のエンジンをアウグスブルグの工場で実用に供したのだった。次の14年間に何千というディーゼル・エンジンが、あらゆる目的に向けて、とくにドイツで、配置されていた。しかし海上ディーゼル・エンジンが大きな船 (*Selandia*) に配備されたのはやっと1912年になってのことだった。

(石炭鉱業)

物価低落で景況停滞の諸年 (1873-96年) には、炭鉱の拡大は妨げられ、鉱山関係の機械開発意欲も殺がれた。UKにおける年平均石炭産出高は1874-76年の1億3000万トンに対して、1886-88年には1億6300万トンと、伸び率が低かった。1890年には或る鉱山主が、過去12年、新規坑道の掘削は殆どない、と述べていた。截炭機での進歩は、20年の間 (上記物価低落期を指す?) ごく僅かだった。もっとも、まだ幼稚段階とは言え電気が鉱山にも到着し、若干の場所で照明や初歩的な水の汲み出し機能を超えて使われていたし、例外的だが南ヨークシャーの坑道では、1890年以前に地下での運送に成功裏に適用されていた。

外部の素人にも分かるような新規の出来事もあった。一つは、従来、地下通路天井の梁やそれを支える柱に使用していた木材を鋼で置き換えることだった。その最初は、1885年のウォーリックシャーの炭鉱だったようだ。11年後には、この炭鉱では木材使用は殆ど無くなっていた。鋼の梁や支柱は、炭鉱夫達にも歓迎されたようだ。

とは言え、坑道用の木材や支柱の輸入が巨額でしかも増加していることを見ると、平均的な炭鉱夫や技術者達の鋼への支持は強力ではなかった。その理由は経済性もしくは効率であっただろう。炭鉱用の木材輸入量は1901-03年の210万荷から1911-13年には310万荷に増えており、その他に国内からの供給もかなりあった。石炭そのものの産出量の伸びは急速ではなかったため、鋼による木材の置き換えが大々的でなかったことは明らかだ。

ブリテンの鉱山は、セメントとコンクリートの冒険的な採用においても、後発的だったようだ。また、我が国では新たな坑道掘削も少なかった。積極的な新規掘削が再開された時でも、鉱山技師達は掘削前に地面を固める大陸システムに頼る必要を殆ど感じなかった。もっとも、これは結果的に妥当だった。

我が国の技術者達が鉄筋コンクリートを一般目的に採用することに後れていたことは確かなようだ。1912年に或る教授が鉱山における鉄筋コンクリートの採用について講演したとき、聴衆 (鉱山技師達) の一人は、街中 (なか) の技師が鉱山に無知なのと同様、鉱山技師はコンクリートに無知だ、と認めた。翌年、或る鉱山技師が1908年以来続けてきた自らの実験 (地下における鉄筋コンクリートの) を報告した時、彼は祝福と感謝の意 (とくに費用数値の報告に) を表された。

鉱山における電気の使用は遅々としていた。1902年に任命された省の或る委員会は、電気使用に伴う安全策を議論するのが役目だったが、1904年に、なぜイングランドでは大陸で見られるような電気巻揚げ機がないのかと疑念を呈し、「この新動力は歓迎されるべきだ」と、述べている。初実験から20年も経っているのに委員会が「新動力」と呼んでいることは重要だ。この20年間の初期には長距離送電について知識が無く、それが欠けている限り、電気使用の進歩が緩やかだったのは無理もないことだ。

委員会の証人達の中には、自ら電気設備を取り付けた技師達も混じっていた。彼らの一人は多数の炭鉱夫達が電気を使うし、使用能力のある者は3千人も居る、と述べている。労働組合の証人達は安全策に懸念を示したが、原則的には電気使用に反対ではなかった。彼らはノーサンバーランド、ドラム、ランークなどに電気截炭機 (electric coal-cutter) 等の機械があることを知っていた。南ヨークシャーとノッティンガムでは2、3の指導的な炭鉱が、縦坑の巻揚げ機以外は、ポンプ、照明、切削、換気など、広範に電気を使用していた。これら炭鉱の進取性が、1903年に全国で231の截炭機があったことの主因である。

委員会の活動中に、或る炭鉱技師が同僚達に、ヘッダー（headers：切羽鉱夫）のストライキを潰すためにアメリカから「ヘッディング」機（'heading' machine：坑道掘進機）を持ってきたいきさつを語っていた。その後、電力は静かにブリテンの炭鉱・坑道に浸透していったが、革命というほどのものは全くなかった。カノック・チェイス（Cannock Chase）炭鉱が1912年に電化された時、責任者は、これまで他の場所と同様、当炭鉱でも電気は殆ど用いられていなかった、と述べている。

革命的と呼びうる技術上の変化は、縦坑の坑口における石炭処理で生じていた。大価格低落期以前は、ブリテンには世界市場におけるライバルがなく、等級付けも問題外だったので、処理方法は最も粗野で原始的だった。石炭を容器から空ける、シャヴェルで掬う、手押し車に乗せる、等であって、手作業も多かった。20世紀に入る頃には、多少評判のある炭鉱ではどこでも、大きさや等級を類別して鉄道のトラックに運ばれるまでに、篩掛け・粒揃え・洗浄などをする機械を備え付けていた。とは言え、この分野でも1905年にはドイツ人達が、少なくとも選別された石炭の販売においては先んじていた。彼らは、供給される石炭の大きさについても一定の誤差範囲内におさめて販売していた。1914年になってもまだ、ブリテンは市場向けに石炭を準備する面では大陸に遙かに後れていた。それでもブリテンの炭鉱の輸出競争力は強く（1905年と1911-13年〔平均値〕の間に40%増加）、トン当たり輸出価額も順調に上昇（同期間に20%）していたので、販売慣行を改めるべき誘因が余りなかった。

（石炭供給の問題：鉄鉱業）

我が国石炭供給の将来にかんする不安もしく興味は、ジェヴォンズが1865年に華々しい予言を提示して以来、決して止むことはなく、1903年に王立調査委員会が任命された。ジェヴォンズの時代以降、地質学上の諸層を貫通して本来の石炭層に至るまで、かなり多くの（a good many）掘削が行われていた（直前の「石炭鉱業」項目とやや矛盾するが、ここでは1890年以降を念頭においているのだろう）。1890年にはドーヴァーで石炭層が掘り当てられた。イングランドでチョーク層（上部白亜系の泥灰質堆積岩）を突き抜けて石炭層に到達したのは、これが最初だった。そして上記委員会の活動中に、ケント石炭採掘権会社（Kent Coal Concession Company）が仕事を開始した。この前後に、ドンカスター地域でいくつかの有望な鉱床が3,186フィートにも達するボーリングによって掘り当てられていた。若干の地質学者は、リンカーンシャーの大部分の下部地層に石炭が埋蔵されていると信じていた。

そこで以下の諸事情から、委員会は警告的な報告は提出しなかった。第一にジェヴォンズが1891年には2億3400トン以上になると予言した石炭消費量は、1905年までその数値に達しなかったこと、第二に埋蔵炭の状況は予期されたよりも遙かに良いと分かったこと、第三に消費を節約する余地が大いにあったこと、がそれである。委員会は2100年頃に生じうるトラブルにかんして、報告の付録で予測を記しているが、この予測は2091年のブリテン人口を1億3000万人、その間の石炭輸出の成長は1890-1905年間と同じ速度、と仮定していた。推計者は、万一石炭消費が年2億5000万トン（ほぼ1906年の値）に抑えられれば、更に4世紀間を賄うに十分な石炭がある、と付け加えていた。当時は、消費量をその数値に抑え込むことなど殆どあり得ないが、節約は可能であり、これがあればブリテンの石炭時代は少なくとも更に3世紀間は持続可能、と考えられていた。委員会は、この節約を計画した。もし全てのエンジンが最良の物と同等になれば、燃料は50%少なくて済むだろう、炭鉱や鉄鉱山における、あるいは小規模な動力使用者や家庭の暖炉による、周知の熱の無駄遣いを解決すべし、等々。

1905年委員会報告後の8年間、燃料節約の大進展は全くなかった。しかし、時が味方していた。ブリテンの石炭産出高は、1913年に歴史上最大値となる2億8700万トンに達した。その時までには、ケントの炭鉱が生産を開始しようとしており、ドンカスター地域の大規模で良好な新規炭鉱も同様だった。ダラムの海岸では、重要な新規掘削が行われており、マグネシウムを含んだ石灰石層を突き抜けて炭層に達していた。

グラモーガンでは、直接に炭層を掘り当てていた。石炭産業全体が活発で拡大していた。将来に起こり得る石炭不足というのは、あまりにも遠い話で、それを心配するよりは無駄を省くことの方が、単に容易で明瞭な道筋であったばかりでなく、良識的な判断でもあった。

鉄鉱石の採掘・採石には80年代以来、重要な変化がなかった。完全に新規の鉱山が開発されることもなかった。但し古い生産地帯であった炭層鉄鉱石が尽きるに伴って、クリーヴランドからリンカーンを通してノーサンプトンとオックスフォードに至るライアス（青色石灰岩、或いはそれから成るライアス統）とウーライト（魚卵状石灰岩）の鉱床が、いっそう活用されるようになっていた。（産出量）変化は以下の通りである（単位：100万トン）。

	1885年	1909-13年平均
スタッフォードシャー（炭層）	1.8	0.9
スコットランド（炭層）	1.8	0.6
カンバーランド&ランカシャー（赤鉄鉱）	2.4	1.7
クリーヴランド（ライアス統）	6.0	5.9
リンカーン&ノーサンプトン（ライアスとウーライト）	2.3	5.0
他の地域*	0.4	0.9
外国産鉄鉱石の使用	3.3	6.7

* ウェールズ、西ライディング、シュロップシャー、ダービー（炭層）およびレスター、ラトランド、オックスフォード（ライアスとウーライト）

「他の地域」の炭層地帯は、1909-13年頃には鉄石産出地としてネグリジブルになっていた。カンバーランドとファーニス（Furness）からの赤鉄鉱供給は、終焉に近かった。ベッセマー鉄への需要はますます輸入によって満たされ、その内67%がスペインからであった。輸入鉄は鉄分を多く含んでおり、赤鉄鉱以外の国内産はその逆だったので、生産された鉄の半分が外国原産ということになった。1913年のブリテンの鉄生産高は1,026万トンで、その内 $\frac{3}{8}$ が北東海岸、 $\frac{1}{8}$ 以上がスコットランド、 $\frac{1}{9}$ が北西海岸、 $\frac{1}{12}$ が南ウェールズとモンマス、 $\frac{1}{11}$ がブラック・カントリーで生産されていた。

他の金属工業については、言うべき程のことは殆どない。揃って甚だしく衰退的だったからだ。以下の数値（国内産鉄石からの生産高、単位：トン）がそれを物語る。コーンウォールの鉄山企業はランドやマレーシア、カナダに行ってしまう、鉛鉄夫達は炭鉄に移動していた。

	銅	鉛	錫	亜鉛
1885年	2,800	37,700	9,300	9,800
1909-13年平均値	400	19,900	5,100	5,200

（ガス産業）

既に見たように、ガス産業は保護されてもいたし、生来の強みもあったので、電気の発展を遅らせる役割を果たしてきた。80年代半ばには、ガスもガス・エンジンも至る所にあった。白熱バーナーも、ちょうど発明されていた。人々は半世紀以上もガスの照明手段としての役割（オープン・バーナー式）に満足してきたのだが、初めてこれに代わる役割がガスに求められた。即ち電気との競争の脅威が、700ほどあった法制上のガス会社に防衛策を採らせた。最良部類の諸会社は、攻撃こそ正しい防御策である、と決意した。彼らは実験、広告を始めたばかりでなく、科学者達が語るガス事業副産物の価値について進んで耳を傾け始めた。ガス・ストーヴ、単純なリング式のものよりこみ入ったガス調理器、種々のタイプのガス温水器が発明され、改良された。電気が個人の住宅に「贅沢な光」として導入された時も、ガス・エンジンによる発電だった。他方で街灯の役割は、独自のものとして堅持していた。

原初的なガス製造では、「アンモニア水」は廃棄物だった。コークスとタールは安値で売り払われ、過剰な硫黄がガスに入り込んでいた。80年代末までには、硫安（硫酸アンモニア）は、ガス事業や化学会社（ガス会社から「アンモニア水」を購入）の標準的な産物となっていた。サンダーランドの諸ガス事業で1850年に1,000ガロン当たり3s.で処分されていた「水」は、1899-1900年頃には40s.になっていた。コークスはその原料である石炭より、値段上昇がやや速かった。タール価格だけが下落していたが、1850年当時のタールは当時無視されていたベンジン、トルオール等を含んでいたため、優良ガス事業であれば、1900年までにはこれらを分離抽出して、高値で売っていたわけである。

石炭使用者達（ガス企業が最重要）は、かつては廃棄物にすぎなかったものを次第に貯留（究極的には農業のため）するようになった。80年代半ばには、既にガス企業の他に三つの硫安供給源があった。オイル・シェールを乾留するスコットランドの諸事業所、石炭で精練し廃棄ガスを貯めて利用し始めた若干の溶鉱炉（ほぼ全てスコットランド）、およびイングランドのコークス製造窯である。80年代末には、「モンド・ガス」（「生産者ガス」）の製造者も登場した。

その後の硫安生産高の推移は下表の通り（単位：1,000トン）。ガス事業とシェール事業は当初から確立された産業で、（硫安）需要（総生産高の $\frac{3}{4}$ ）が輸出されていたので、海外需要がとくに重要）の増大に歩調を合わせて順調に拡大していた。趨勢上はコークス製造窯が最も重要である。その数値は1904年以降、副産物回収式のコークス製造法が急速に採用されたことを示している。表の終期の数値上昇は裏返せば、以前の時期の破滅的な消費量の尺度となる。80年代にダラムのコークス製造窯が大気に噴出させていた4万5000トンの硫黄（第2巻、51頁）は、そういう信じがたい浪費の一例にすぎない。

	1891	1897	1904	1909	1911	1913
ガス事業	108	134	150	164	169	182
シェール事業	28	37	42	57	60	63
製鉄事業	6	18	20	20	20	20
コークス製造窯	3	11	21	83	105	134
生産者ガス	?		13	25	30	34

（化学事業）

化学産業（塗料、石鹼、爆薬などの関連産業と共に）が、科学がいつそう進歩したこの1世代において、拡大したのは自然である。化学産業の被雇用者数は1891-1911年間にほぼ倍増した。1907年の生産センサスでは、化学産業の純産出額は全ての木工産業のそれに匹敵し、鉄・鋼を除く金属産業のその2倍であった。

しかし、適切なコールタール染料の開発に失敗した点は、同時代ブリテン人の痛恨事だった。上記センサスは、全種類のコールタール生産物の価額を386万ポンドとしているが、このうち3分の2ほどがピッチ、タール油、クレオソートなどの通常製品で、染料は、僅か37万3000ポンドと算定している。1907年の染料輸入額は170万ポンド、次の6年間の平均値はそれ以上だった。1913年の輸入額は、重量で国内生産額の3.5倍、価額ではおそらくそれ以上であった。根本的な理由は60年も前から言われていたように、ドイツにおいてブリテン以上に化学知識が広範に行き渡り、かつ利用されていた点にある。

重化学工業（戦後日本での用語法と異なり、硫酸、アンモニア、ソーダなどを生産する産業のこと）は元来、チェシャーの塩鉱床に基盤を置き、主としてソーダと塩素の生産においてルブラン法で処理されていたのだが、1887年以前に世界市場での支配力を失っていた。ただ、非常に立地が良く資源面でも恵まれていたので、その強みを失うほどでもなかった。しかし、80年代初期・中葉になるとその地位は非常に困難になっていた。ミドルスブラ地域では、新規の、より適応性に富んだ塩産業が成長しつつあり、いわゆる「アンモニア法」

(ルブラン法よりも純粋で安価なソーダを生産)が、ルブラン法と競争(国内では1883年から)していた。ルブラン式のプラントには300万ポンドが投資されたと言われており、多くの企業が閉鎖の可能性に直面せざるを得なかった。1887年には両方法間の競争の帰趨を、中央から派遣されたアルカリ監督官が最大の関心をもって見守っていた。それまでは、アンモニア法も塩素生産には成功していなかった。そこでルブラン派はソーダでの損失を、ランカシャーで「ブリーチ」(bleach:さらし粉)と呼ばれるものを高値で売って埋め合わせようとした。この方法と、直接液体で売る方法とが役立ち、20年前には多くのソーダ生産者が酸性霧として空中に放出していた塩酸が、ルブラン派の手助けになった。酸性霧との長年の戦いを指揮してきた監督官の関心は大だった。

1893年までには、アンモニア法が諸種のソーダ生産でルブラン法を凌駕していた。それでも旧式の方法は、その塩素副産物に依拠しつつ、ライヴァル以上の塩を分解していた。ただ、1901年には再び陰りを帯びていた。電気分解がアルカリと塩素製造分野に進入し始めていたのだ。ただ、ここでもブリテンの電気後進性が表れていた。1904年頃にはアメリカでは生産された塩素の全て、ドイツではその65%が電気分解によっていたのに、フランスと我が国では、その割合は19%と18%にすぎなかった。

しかし、以上は、我が国の重化学工業や化学工業一般が駄目になっていたとか停滞していたとかを意味するものではない。この産業は極度に多様で、上述の弱点や合成染料での相対的失敗にもかかわらず、大部分の点において、競争者達に効率上ひけをとってはいなかった。20世紀に入ってから輸出の推移(下掲)がそれを示している。硫酸、硫酸銅、種々の形態のソーダ、青酸カリ、タール、クレオソートのような相対的に粗野な分野の化学物質が輸出の大部分を占めていたのは事実だが、薬剤、内服薬、塗料、色素などにおける重要な取引や雑多な小品目での輸出もあった。関税上の分類「化学、薬剤、染料、色素」(石鹼と爆薬は除く)に属する数値は以下の通り(単位:万ポンド。年平均値):1901-03年は輸出1,280、輸入900。1911-13年は輸出2,100、輸入1,230。

輸出額が輸入額より遙かに急速に増加しているばかりでなく、輸入額の3分の1ほどは競争関係にある製造業の製品ではなく、薬剤粗原料、植物性の染料材料であった。単に価額の面から見れば、1911-13年間に輸出された硫酸は、輸入された合成染料全体の2倍以上であった。競争関係にある産業については、1911-13年間の輸入額は輸出額の半分以下であった。これはブリテンの名誉であろう。

(繊維)

繊維産業は、労働力雇用者としては、もはや急拡大期を過ぎていた。繊維グループ全体の1881-1901年間の雇用者数はほぼ定常的、次の10年間は、綿において雇用者数が14%増加するなど、拡大が見られた。しかし、羊毛産業(靴下・下着類を除く)では、1881年に比べ1911年には数千人だけ減少していた。その他の雑多なグループ(麻、ジュート、ココア繊維等)や靴下・下着類も、着実に成長していたが、亜麻と絹は、逆に漸次縮小していた。この30年間の繊維業全体の雇用純増は10.5%だった。

繊維の内の群小グループは別として、大規模グループ、とくに綿では、生産高減少という問題はなかった。もっとも、80年代後期から90年代後期に至る期間には、綿においても設備や生産に停滞があった。停滞およびその後の動きを示す数値は、下表の通り(年平均値)。

スピンドルの急速な増加は、1905-06年に始まり1907年に頂点に達したブームに伴っていた。2年間で、850万台のスピンドルを擁する95の新規紡績工場が増設された。これに伴って、織機も増えた。

1885-1913年間に全国ではスピンドルが40%、織機が39%増えた。これら機械の効率も上がっていた。USを除いた世界のスピンドルと動力織機のほぼ半分が、ブリテンにあった。

	1886-90年	1896-1900年	1906-10年	1910-13年
ランカシャー地方の綿スピンドル (100万本)	41.2	42.2	54.1	58.2
大ブリテンの糸生産高 (100万重量ポンド)	1,458	1,576	1,707	1,964

20世紀の紡績工場は、鋼で建造され、おしなべて相対的に大規模だった。典型的な工場の規模は2倍以上となり、1884年に2万5000だったスピンドルの数も1911年には6万になっていた。しかし、典型的な織布企業の規模の拡大は遙かに緩やかだった（同じ期間に325台から475台へ）。紡績と織布は、従来同様、異なった業種だったのだ。どちらの工場でも、内部的には革命的变化は皆無だったものの、前者の場合、1885年には殆ど用いられていなかったリング精紡が、20世紀までには十分に受容されていた（もっとも、この精紡機は旧式の「スロックスル」〔*throstle*：原義はウタツグミ、旧式精紡機の1種〕の亜種にすぎず、USでは半世紀も用いられてきた。また1913年には、まだスピンドルの4分の3以上が自動ミュールのキャリッジで作動していたのだ）。

織機については、これという変化はなかった。アメリカは、これまでにない完全に自力的な織機を案出していた。単に「自動的」(*'automatic'*: 名詞化)と呼ばれたほどである。一定時間ごとに停止させたりシャトル分だけの新たな糸を補充したりする必要もなかった。「自己置換」的(*'self-shuttling'*: 空になったシャトルは機械的に代置される)であるか、シャトルが新しい巻糸を自ら補充するか、のいずれかだった。最もよく知られていた「自動的」であるノースロップ(Northrop)は後者の方式だった。近年の製品では、たった一人で40ないし60の自動機を監督出来た。1900年においてすら、ランカシャー(1人当たり4機が最大値だった)は、これらの情報を懐疑と不賛同の念で聞いていた。ランカシャーがこの分野で旧来のシェアを保とうとするならば、アメリカが自動機を40万機持っていると称されるのに対して、せいぜい1万5000機しか持っていないことは不運なことだった。

20世紀初頭、綿産業と羊毛産業のいずれにおいても、電動方式の実験や小規模な採用はあったが、大進歩などは全くなく、1918年の報告者達は「ランカシャーでは電力は繊維機械の運転に殆ど用いられていない」と記している(*Report on Textile Trades after the War*, 1918, p.51)。羊毛産業の場合もほぼ同様だった。社会的に見た場合、この電力無視は明らかに欠点だった。清潔さ、静かさ等々の点からは、電気が完全に優れていた。しかし、大きな中央発電所がない状態では、電力は未だ高価だった。他方、最良の蒸気エンジンは効率的で石炭も安かった。糸価格に占める動力費の割合は異常に小さかった。新しい工場でも、電気の利点は1905-08年の綿工場建設大活況期の終期ですら、まだ明白ではなかった。

羊毛産業では同様の活況期がなく、単に好況時に通常の拡大・改良等のための工場建設が行われただけだった。この産業のあらゆる分野に大量の旧式機械があった。大規模で先進的な工場では、多くの改良やスピード・アップがあったが、根本的变化はなかった。自動織機の実験も、ほぼランカシャーと同じ頃に行われていた。次の10ないし12年の間に、相当数がウールやウーステッドの平織りに採用されたが、綿の場合に比べて羊毛の場合は、自動機を有利に用いる分野が限られていた。ウーステッドでは、リング紡績方式が綿紡績の場合と同様、定着していたが、単に「キャップ」および「フライヤー」スピンドルの代替者にすぎなかった。梳毛の主要3形態は本質的には全く変わっていなかった。自動化を別とすると、織布では新原理と呼ぶものは何一つなかった。諸機械単位(スピンドル、織機、梳毛機、等々)の総数にも、おそらく殆ど変化がなかっただろう。

80年代、靴下・下着産業は、綿・羊毛の紡績・織布とは異なって、工場制への移行と成長の過程にあった。1892年にはなお5,000台の手動編み機があると言われていた。1903年になつてなお、或る工場監督官が、新しい自動編み機は動力によってのみ作動するので、家庭や作業場の手動機は死滅するだろう、と指摘す

るほどに後れていた。羊毛の場合と異なり、この産業では残存している手編み機は僻地ではなくて、ランカシャー地方そのものにあった。工場制度は製品もしくは最終品においてだけの話だった。主動力としてガス・エンジンを用いる小さな編み工場が普通だった。製品需要は良好で、労働節約的な機械の導入にも拘らず、作業人口は年々増えていた。1881年に比べて、1911年には56%も増えていたほどだ。但し、成人男性に限れば、作業人数は19%減っていた。1世紀前に主要な繊維産業で生じていた変化(子供の雇用)が、起こっていたのである。成人男性の数は減っていたが、その速度は緩やかだった。

当初の靴下・下着用の機械は全てブリテン製だったが、19世紀後期から20世紀初期はそうではなかった。上記の1903年工場監督官報告にある新しい自動機も多分、US製だった。ドイツは、綿製の靴下・下着産業でもそれに必要な機械でも卓越していた。我が国全体では、1913-14年に用いられていた機械の半分が輸入物だった。国内外の機械製作者間の競争と、製造者と機械技手との協働の結果、絶えず機械の改良がもたらされた。

(人絹)

人絹産業では、イングランドは遅れ気味ながら、成功的なスタートを切った。何年もの間、絹を「作ること」には、化学的に困難がないことは知られていた。しかし、商業ベースで生産するには多くの工夫と忍耐が必要だった。フランス人がこれに惹きつけられたのは、当然である。1880年までには、シャルドネ(Chardonnet)が、非常に市場性のある絹を作り出した。初期には1ポンド当たり10s.の値が付いた。より費用のかからない他のやり方も、これに続いた。純化されたセルローズを水酸化アンモニア銅の中で溶かすグランツシュトッフ(glanzstoff)法、セルローズを苛性ソーダと二硫化炭素で処理するヴィスコース法などである。

この間、イングランドでは実験が進んでいた。強力な絹事業家のコートールドが、これらの実験を採択した。これは、産業史でも稀なケース(古くからの名声ある事業が、革命的な技術革新から受ける競争を、自ら革新者になることで回避)だった。1900年までには、最初の重要なイングランド工場が、コヴェントリー近くのウルストン(Wolston)で稼働していた。9年後には、コヴェントリー地域で2,000人の人絹工場労働者が居た。コートールドでは、ヴィスコース法が支配的な英国式生産法になっていた。1913年までには、ブリテンの産出高はドイツよりはやや少ないが、フランスの2倍だった。US、イタリア、日本はまだ無視可能な程度だったので、ブリテンの産出高は世界全体の4分の1ほどになった。もっとも、後の基準に照らせば、なお重要性は低かった。

(ブーツ製造業：衣服産業：洗濯業)

ブーツと衣服も、靴下・下着類同様、たえず工場化に向かっていった。手作業で下請けの誂えテーラー・ブーツ業者は残存していたが、数は減少しつつあった。多数の手作業ドレスメーカーや縫い子も同様だった。全期間を通じて最も目に付く減少は、大規模雇用者のために「下請けで」働くブーツ製造者のそれであって、60年代に始まって以来続いていた。それでも1892年になってもまだ、リーズやノーサンプトンシャーのブーツ製造の町々は、下請け業者で溢れていた。ところが1904年までには、これらの人々やその後継者達は大部分、きれいな新しい工場に集結していた。初め、これらの地域では甲革部分だけが工場で加工され、仕上げは親方職人によって家で行われていた。1887年頃には、このやり方を残していた地域(例：ウェリンバラ)は、ブーツの全体が工場内で作られているケッターリングのような地域に仕事を奪われつつあった。

アメリカはブーツの機械製造を先導していた。1903年頃までは、それが以下の表にも反映されている(単位：100万ポンド)。表では靴・ブーツの輸入が1903年までは輸出に接近しつつあることが分かるが、その中身は従来フランス、オーストリアから輸入していた婦人靴に代わるアメリカからの男物ブーツの増加だった。

【革製のブーツと靴】

	1900年	1903年	1906年	1909年	1912年	1913年
輸入額 (100万ポンド)	0.69	0.94	0.84	0.74	0.84	0.84
輸出額 (100万ポンド)	1.48	1.84	1.96	2.29	3.97	4.19

自由貿易論者達が、この産業で自由競争の効果が顕著に表れている、と自らを祝福したのは、適切だった。価格上昇期の1903-13年に輸入額は減少し、輸出額は2倍以上となった。工場制度が一般化し、USの方法や機械が採用されてブリテンの状況に適合させられたのだ。1913年には、多分UKの100足の靴類のうち、US製は1足に満たなかっただろう。

にも拘らず、USは1900年頃からブリテンのブーツ産業に或る支配力を維持していた。1913年までには製造企業の80%ほどが、US起源の多くの重要な機械に関して、USに意志決定センターのある或る会社の支配下にあった、と言われている。この会社は、重要な機械は販売対象とせず、非常に巧妙で厳格な条件でリースに出したのである。

衣服産業でも、工場と作業場は年々増加していった。先端都市リーズでは1881年に7つもしくは8つの工場があったが、1891年にはそれが54に増えており、その他に150の作業場と無数の下請け業者が居た。実際多くの町で、たえず下請けの増加があった。勃興してくる工場が、さもなくば零細なドレスメーカーや縫い子等になったであろう女性達を自らに付着させたのだ。

初期の工場は一般的に男物の服、あるいは少なくとも仕立物、を作っていた。これに後続した工場は帽子、ドレス製造のそれだった。90年代はブラウスとスカートの盛期となり、これらがまた工場を簇生させた。仕立て作業では、名目上の誂え店も、ますますリーズやマンチェスターの工場で作らせるようになった。縫製が非常に容易になったため、あらゆる種類の衣服工場・作業場にとって、下請け業者（寡婦、失業中の夫が居る妻、など）を残しておくことが経済的になった。他方、工場の機械や作業は着実に改良されていった。最初、工場製品は非常に粗野だったが、次第に「レディ・メイド」は安かろう悪かろうという含意を失っていった。

動力や工場組織、工場法、それに多少の教育が、洗濯業の地位を高め、しかも従事者数を減少させていた。1851年センサスでは、ブリテンに14万5000人の洗濯女が居た。1911年までにブリテンの総人口は倍増したのだが、女性の洗濯労働者は18万人への増加にとどまっている。1881-1911年の30年間で見ると、工場式の洗濯業が登場して、男性労働者は3,600人から1万3000人に増えたが、女性労働者は18万9000人から上記の18万人に減っていた。90年代末頃から大規模な蒸気式洗濯場が活発に登場したことが影響している。機械もアイディアもほぼ完全にUS製だった。

（食品産業：製粉：冷凍）

食料産業では、革命的な技術革新はなく、単に80年代に知られていた原理・方法の完成と急速な適用とが見られたにとどまる。1885年に、或るヨークシャー人が、最初の3段階膨張エンジンをハルの蒸気式工場（新式のローラー粉碎機や「遠心分離機」などの自動機械を備えていた）に導入していた。このやり方が改良されて、次第にその他港町の製粉工場に集中するようになり、設備・立地の両面で内陸の工場を用済みのものにしていった。結局、20世紀になると、最大級の製粉工場は、グラスゴー、バーカンヘッド、カーディフ、バリー、ブリストル、ロンドン、ハルなどの港の近くにあった。1914年には、なお多少の風車・水車製粉場が作動していたが、我が国は基本的には港町の製粉場によって養われていた。

80年代半ばには、冷凍マトンと冷凍・冷蔵ビーフの輸入取引は確立されていたが小規模で、取引のための便益もお粗末なものだった。1886年には3万トンの冷凍マトンが輸入されていた。そのほぼ $\frac{2}{3}$ がニュー

ジーランド (NZ) からだった。約4万トンの冷凍・冷蔵ビーフも輸入されていた。97%がUSからである。また少量が、すでにラプラタ川から到着していた。しかし、南米やオーストラリアからの長距離輸送のためには、冷蔵設備の拡大や温度管理など、解決すべき問題が残っていた。温度については、冷凍より冷蔵の方が問題だった。そこで、オーストラリアの冷凍マトン取引は、さほどの困難もなく成長した。一方、南米やオーストラリアからの冷蔵肉輸送が規則的に、かつせいぜい平均的な減失ロスで行われるようになったのは、20世紀に入ってからかなり時間が経ってからのことだった。南米はやすやすとUSを追い抜いた。USは急成長する自国の人口を養わねばならなかった。USの冷蔵・冷凍ビーフ輸出は1908年に突如激減し、以後回復することがなかった。1910年までには輸入ビーフ(35万トンになっていた)の $\frac{5}{7}$ が南米からで、その半分以上が、より価値の高い冷蔵肉だった。この頃までには船上の冷蔵スペースも十分確保されており、効率も良かった。ただ、マトンの冷蔵はうまくいかなかった。その脂身部分が必ず変色したからである。他方、冷凍肉の輸入量は1886年の3万トンから1910-13年には25万トンになっていた。その $\frac{2}{5}$ がNZからだった。

果実冷蔵については、より困難な問題があった。マトンと異なり、リンゴはまだ生きて呼吸をしているからで、この問題は研究されつつあったが、道はまだ遠かった。

(陶器)

人類最古の工芸品である陶器は、近代機械時代に向かって緩やかに歩んでいた。ウェッジウッドの時代以前にも、石(flint)などの原料は水車・風車小屋で轆かれていた。彼は、はじめてワット式エンジンを備えた工場を所有した人だった。これで轆いたり、潰したり、粘土を混ぜたりしていた。臼で原料を轆くやり方は一般化した。しかし、19世紀のおそい時期まで、大部分の原料は「ブランジ」(“blunge”：手作業で原料と水を混ぜる)され、手間をかけて「ウェッジ」(“wedge”：気泡を除くために土を練る)されていた。これは、素材の均質性を確保するための手作業だった。成型では、蒸気が次第に陶工のろくろを動かすようになった。また、機械製のブランジャーや、ウェジンを代位する「土練機」(“pugmill”)は60-70年代に登場した。しかし、新しい機械時代が70年代以前に始まったとは言えない。石臼もろくろも新たなものでなかったからである。1875-80年頃になると、ろくろは大規模な施設では全て動力運転になっていた。2, 3の単純な円形ポットは機械製になっていた。機械製ではないが、労働節約的な「カスティング」(“casting”：型材に粘土を押し込む代わりに、流動状態の粘土を水分吸収作用のある漆喰製のモールド[mould]に注ぎこむ：モールドは成型のための型器)は知られてはいたが、普及し始めたのは世紀末になってからである。数年後には圧搾機がこれと競争しはじめ、カスティング式は、結局、普及しなかった。

最も進歩した機械的工夫は、モールドを載せた垂直回転軸であって、簡単な中空円形の陶器に用いられた。「ジョリアー」(“jollier”：中空の陶器を作るろくろ師)が粘土塊を中空のモールドに押し込み、それで容器の外側を形成する。それから、中側を形成するために「型取り具」(“profile tool”)を締め具に固定する。その後、ジョリアーは速度調整のために傍らに立っている。やがて運び人がやってきて、モールドと陶器を炉に運ぶ。1900年頃以降になると、「ジガー」(“jigger”：平型陶器のろくろ師)と呼ばれる陶工が、皿、ソーサーなどの浅く平らな容器を、上記と大同小異の機械で作るようになった。両方とも、旧来の手作業職人とさほど異ならなかったし、普及も遅々としていた。したがって、労働者が壊滅的に駆逐されることなど、全くなかった。労働者が駆逐されなかった別の要因は、新世紀に入って衛生陶器(便器、浴槽、流し台など)が急成長したことだろう。但し、1912-14年頃、典型的な家庭浴槽は未だに鉄製で、内部はそれまで同様、エナメル塗りだった。

(印刷)

印刷でも15世紀の発明が、殆ど改良もされぬまま19世紀、場合によっては優に20世紀まで、用を足して

きた。活字は手で鋳込まれ、セットされ、印刷機も手動だった。変化への刺激は、近代的な新聞がスピードを求めたことから生じた。1814年11月29日に『タイムズ紙』(The Times: 以下、タイムズ)が「印刷技術が発見されて以来、最大の改良」と宣言した時、その宣言はケーニッヒ&バウアー (Koenig and Bauer)の蒸気式印刷を意味していた。これは従来に比べ4倍以上の速度で印刷を可能とした。その後機械の改良が続き、回転速度は益々増した。1848年のアップルガース (Applegarth) 機も更に速度を高めたが、それだけでなく、ここで初めて活字が平板でなくシリンダーに配置された。回転原理を発展させたアメリカのフー (Hoe) 機は、1857年にタイムズで実験された。40年後に、名前以外は全く新生物と言ってもよい機械が登場し、アップルガース機やその後継機に取って代わった。かつて有名だったウォルター機の新版がそれで、その旧型機は1866年に特許を得たタイムズ自身の発明であった。

この急速な印刷機械化において、他の諸新聞も初めはタイムズに追随し、後にはタイムズと並走していた。他方、書物印刷は、世紀後半に動力が非常にゆっくりと印刷に適用されつつあった以外、殆ど変わっていなかった。

活字の機械鋳造問題は、イングランドの優れた発明家の心を惹いていたが、簡便な鋳造機がかなり一般的に用いられたのは、1850年以前でさえ、アメリカの話だった。イングランド最初の活字鋳造特許が、1822年にボストン (Mass.) 生まれのチャーチ博士 (Dr W. Church) (彼は同じ年に最初の植字機の特許をも取得) という人によって取得されたことは興味深い。最近代の印刷法の基礎は、機械鋳造と機械植字とのアメリカ的結合だからである。チャーチの植字機にはキーボードがあった。タイムズで働いていたドイツ人C. カステンバイン (Carl Kastenbein) が、このキーボード方式を採用・更新し、1869年に始まる一連の特許を取得した。彼のパトロン達は70年代後期から、定期的にこの機械を用いていた。カステンバイン機は、オペレーターがキーを打つにしたがって、機の上にある、種々の活字が詰まった弾倉のような場所から、一列に並んだ活字を打ち出したのだが、手作業で行ごとの長さの調整が必要だった。このカステンバイン機の貪欲な (活字) 消費に対応すべく、ウィックス (Wicks) がタイムズのために80年代、90年代を通じて、非常に効率的な回転式活字鋳造機を完成した。

しかし最大限のスピードと効率性を得るためには、キーボード、活字鋳造、行の調整の3者が結合されねばならなかった。この問題は、NYのO. マーゲンターラー (Ottmar Mergenthaler) とワシントンのT. ランストン (Tolbert Lanston) が80年代を通じて解決し、特許を取得した。トータルの結果は、ライノタイプ機とモノタイプ機 (Linotype and Monotype Machines) の登場と、それを推奨・販売するアメリカ諸会社の出現だった。キーボードのオペレーターが紙片に穴を打ち抜く。穴の開いた紙片は鋳造機に送られる。鋳造機では溶かされた活字用の金属が種々の活字母型 (matrices) に押し込まれるのを待ち受けている。穴あき紙片が、溶けた金属の行き先やサイズ、そして相互間のスペースを決定する。そして、行調整のなされた個々の活字が、首尾よく鋳造される。モノタイプが2つの機械から成っているのに対して、ライノタイプは、単一の機械だった。後者では、キーボードが母型弾倉 (カステンバイン機の活字弾倉に類似) から母型を直接呼び出して位置に付ける。母型は自動的に行調整され、溶けた金属も自動的に母型を充たし、「スラグ」(“slug”) と呼ばれる1行分の活字が鋳造される。

ライノタイプは本来、新聞用であり、モノタイプはその個々独立の文字活字が校正の際の訂正に適していたので、印刷本用であった。

最初期のライノタイプ機は、1889年にイングランドにやってきた。しかし、印刷工達は新聞社のオフィス以外では、機械による植字という考えをなかなか採り入れなかった。25年後になっても、書物ばかりでなく良質の週刊誌や雑誌ですら、なお手で植字されていた。もっとも手作業の活字鋳造は死滅しており、商業用の手作業印刷も瀕死状況だった。1915-16年には、世界中に5,000のモノタイプ印刷機があり、これ

に対し4万のライノタイプ機等があると見積もられていた。ブリテンでの割合は不明だが、モノタイプは少なかったと見てよい。

というわけで、まだ機械は印刷工に取って代わってはいなかった。1881年から1911年の30年間に、印刷工の数は131%増えていた。製紙工 (paper makers) の数はそれほど早くは増えていない。紙の生産量は、1880年の29万トンから1907年の90万トンへと遙かに急速に増大した。その増大は技術上の革命によるものではなく、たんに既存機械に通常の改良、拡大、速度増進があったためだった。大変化があったのは原料だった。50年代のラグ (rag: ぼろ布。紙の原料となる) 飢饉的な状況の後、60年代にはスペインと北アフリカからエスパルト草 (esparto grass: イネ科の草で紙の原料となる) が輸入された。この使用はブリテンの特技となった。木材繊維は、1871年に「機械パルプ」(‘mechanical pulp’) - 言わばかみ砕かれた木材 - として、初めて我が国に到着したと言われている。この時点では、木材繊維を砕かずに保存する (したがって良質の紙を作る) 化学的方法是、実験中だった。アメリカ人ティルマン (Tilghman) とスウェーデン人エスクマン (Eskman) とが最良の仕事を成し遂げた。エスクマン法は1879年にはイルフォード (Ilford) で実用化されていたが、パルプの大部分は輸入されていた。1880年に輸入された製紙原料 (ラグを除く) 22万9000トンの大部分は、エスパルトだった。1900頃には、「エスパルトおよびその他草性繊維」は20万トン、パルプは48万8000トンだった。1913年になっても、エスパルトは20万トンを維持しており、パルプは100万トンになっていた。こうして近代ブリテンは、今や貴族的となった「純粹ラグ」(量は2, 3千トン) の他に、劣悪で損壊しやすい大量の機械パルプ (新聞および安価本用) と、もっと良質の化学パルプ、およびエスパルトや混合紙を入手していたのだ。

(タイプライティング)

タイプライターの場合も、機械の最終的な成功はアメリカの発明を経由していた。70年代の発明家であるショールズとグライデン (Sholes and Gliden) の特許が、1875年に銃製造業者レミントン (Remington and Sons) の手に渡った。後者は次に工場や販売面で何をすべきかを心得ていて、80年代にイングランドが知ようになったのは、かつてのシンガーやコルトの場合と同様、彼らの名前だった。その後は型通りに、イングランドで工場が建設されたが、タイプライター (および当地で組み立てられる部品) の輸入も、1908年の38万3000ポンドから1913年の55万1000ポンドに増えた。この頃にはタイプライター類の輸入額は、輸入アメリカ製ミシンよりも遙かに多額に、また農業機械輸入額の $\frac{2}{3}$ に、なっていた。

(工場と新動力)

新動力たる電力は、かつてのガス・エンジンの場合と同様、既存の高額な固定資本を廃棄する必要のない種々の軽産業や新産業においてこそ、急速かつ円滑に採用された。1896年にはマンチェスターの新発電施設は40-60ほどの小規模使用者に電力を供給していた。また、1902年には電気モーターが「ブーツ・自転車修理店、小さな馬車修理作業場、それに青果店」でも用いられている、と報告されている (Factory Report, 1903, p.3)。シェフィールドの貸屋式工場では、設備廃棄が始まっていた。古くなった蒸気エンジン (使用者は使用量ベースで借りていた) は、テナント各自用のモーターによって代置され始めた。そこで、それまでは一つの工場だったものが、法的には多数の工場になった。その結果、法的責任が明確化し、工場規制の施行も容易になった。1905年までには、ロンドンなどで、電気モーターが零細業者のガス・エンジンに取って代わりつつあった。バーミンガム市は、その圏域内の全ての軽産業に電気動力を勧奨して供給した。グラスゴーやスコットランドの諸都市も同様で、1912-13年までには多くの零細業者が電力を使っていた。1913年には首都圏バラのイズリントンで48%、セント・パンクラスで63%、ホウボーン (Holborn) で69%の工場が、電気で動いていた。

動力を用いる事業を全て工場というカテゴリーに含めてしまった結果、以下の表が示すように、工場カ

テゴリーは人口の増加をかなり超える速度で増加した。

【ブリテンにおける監督対象下の工場・作業場】

年	表示・推計人口（万人）	工場数（万）	作業場（万）
1895	3,466	7.4	9.9
1901	3,700	9.0	13.1
1913	4,133.4	11.3	14.8

上表対象の18年間は、電気動力が有効に導入された時期をカバーしているのだが、監督対象の工場は53%増加している。作業場も、ほぼ同様だったが、工場と異なり、この期間末には増加が停止した。非常に多くの小企業を含むようになったにも拘らず、20世紀初期の平均的な工場は40-50人の従業員を抱えていた。他方、平均的な作業場の従業員は4-5人にすぎなかった。総数では、工場従業員448万9000人、作業場従業員63万8000人だった。工場人口の非常に大きな部分が比較的小数の大企業に集中していた。例えば、1898年のロンドンには8,500の工場があったが、工場労働者の56%がその内の僅か750の企業で働いていた。次の15年間も趨勢は同じである。

（建築業）

あらゆる大産業の中で建築業は、19世紀全体を通じて発明・冶金技術・機械によって影響を受けることが最も少なかった。現実の建築工程は、本質的な面で変わらぬままだった。鉄の使用は、通常の作業では全く進歩していなかった。1849年にJ. ラスキンの「真の建築家は鉄を建材としては認めない」と持論を展開した時、実例にとったのは「鉄道駅の鉄の屋根や柱、それにいくつかの教会」、それに建築上の奇観と言うべきルーアン（Rouen）寺院の鋳鉄製尖塔だった。他には工場や倉庫の柱や梁、それに種々の鉄橋が、この頃の鉄の使用先のほぼ全てだった。この1849年頃には、鉄は非国教徒のチャペルにしか用いられなかった。80年代には、これら教会も鉄を用いなくなっていた。

70-80年代には、それまで製材所に限られていた機械の使用が、建具師の作業場に道を見出した。小規模建築業者は、組み立て済みの木材を買い始めた。石造建築に関しては、石切場で従来より多くの機械が用いられ、建築業者は石切場で加工・完成された石を買うようになった。新世紀になると、石の表面加工のために空気鑿が用いられるようになった。しかし建物での石工の作業には、煉瓦積み作業、塗り作業、漆喰作業、鉛管作業などと同じく、重要な変化は全くなかった。

とは言え、コンクリートを忘れてはならない。保守的なブリテンの建築家でも認める唯一の構築技術上の革新が、素朴なコンクリート土台だった。ラスキンも、適所使用の場合、コンクリートとセメントには異論がなかった。彼は古代ローマのコンクリートを大いに称讃していたのだ。また、鉄は支柱としては駄目だが、結合材や補強材として用いるというのは、彼の教義の一部であった。コンクリートと鉄の結合による素材補強の原理は、早くも1826-27年にW. ウィルキンズが採用していた。英国最初の特許は1831年に取得されたようだが、その後の60年間、何十という鉄筋コンクリート組織の特許が取られ、様々な国で実験された。しかし通常、決定的衝撃をもたらした名誉は、或るフランスの市場園芸業者J. モニエール（Joseph Monier）に与えられている。彼は1865年に、育木や水盤のために、コンクリートの中に鉄の網を織り込んだ桶を作る方法をあみ出して特許を取っていた。パリのF. エネビーク（Francois Hennebique）が彼の原理を建築業に採用して、1879年に鉄筋コンクリート製の梁と床材を建造し始めた。おそらく彼の最大の手柄は、90年代に世界に対して、彼の素材を用いたパイル（土台に打ち込む杭）が圧力を加えても砕けず、ぐんぐん打ち込まれていくのを示したことだろう。

新しい鉄筋コンクリートが最も試されやすかったのは、コンクリートが従来から用いられてきたドック、

港等々だった。1892-99年間に、エネビークの企業と子会社は3,000の重要な契約を結んだと言われる。その中にはブリテンの港やドックもあった。地上の建築における実験の大部分は、むしろ後のことであった。1909年までには、それまで世界中で着手された鉄筋コンクリート事業で最も堂々とした例、即ちロイヤル・ライヴァー・ビル (the Royal Liver building) (リヴァプールを代表する大建築の一つで、保険団体であるRoyal Liver Assuranceの建物。小文字bは原文のまま) が、完成に近づいていた。それよりもやや早い中央郵便局のキング・エドワード・ビル (the King Edward Building) も鉄筋コンクリート製で、公共建築物の顕著な例である。これが転換点となった。イングランドはたしかに転換がおそかったが、その後はむしろ活発だった。1905年に、機械技術者協会 (the Institute of Mechanical Engineers) で或るベルギー人が、近年における自国の急速な当該事業の進展について述べた時、主人役の英国側技師達はそれを認めつつも、自分達も追いついてきていると述べ、鉄筋コンクリート建設については自分達も何でも知っている、という印象を与えている。もっとも、鉄筋コンクリートが通常の地上建築の主素材として、どの程度経済的で望ましいかは、当時も、たぶん今も未解決である。

鋼構造の建物はどの国でも、19世紀第3四半期末頃までに、鉄道や産業用の建物における鋳鉄の柱や鋳鉄の梁から、自然に生成してきた。そして最後の四半期には、低廉化、適切な品質、鋼の根太や梁の圧延の改善、などが伴った。1882年から1890年にかけて、シーメンス・マーティン鋼で出来たフォース・ブリッジ (the Forth Bridge) が立ち上がるのを見た技術者達が、橋だけで満足するはずもなかった。1895-96年に、エディンバラの或る企業が、家具倉庫用に鋼構造の建物を建造したが、その後10年間この方法の進歩は遅々としていた。というのは、鋼の梁はますます多用されたものの、完全な鋼の骨組みやコンクリートの筋肉や煉瓦・石細工での表面仕上げなどを欠いたままだったからである。しかし次の2年間に、完全な変化が記録されている。1906年までには、新たなホテルや劇場も鋼構造になっていった。初期の鋼構造建築物は、痩せた鉄骨などを除けば、建築学的にまやかしのものだった。当時の優れた建築家T. G. ジャクソン (T. G. Jackson) は1915年に「これまでのところ、鉄組みの建物と旧式の方法で造られた建物との間に、外観上の相違がない」と歎いている。

建築というのはデザインに表れてこなければならない、というのが彼の教えだった。しかし鉄を錆びさせないためには湿気から守らねばならない。鉄筋は表に出さねばならないし、隠さねばならない。この矛盾を解決するには、純粹に構造的な必要性から生じる、デザイン性のない建造物を認めねばならないだろう。曲線ではなく、長方形を支配的な形状として認めざるを得ない。これは彼のような旧型の建築家にとっては、辛いジレンマだった。しかし彼の晩年に、新しい建築方法に向かう変化は決定的となる。